

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-317114  
(43)Date of publication of application : 15.11.1994

(51)Int.Cl. F01L 1/34  
F01L 13/00  
F02D 41/22  
F02D 45/00  
G01M 15/00

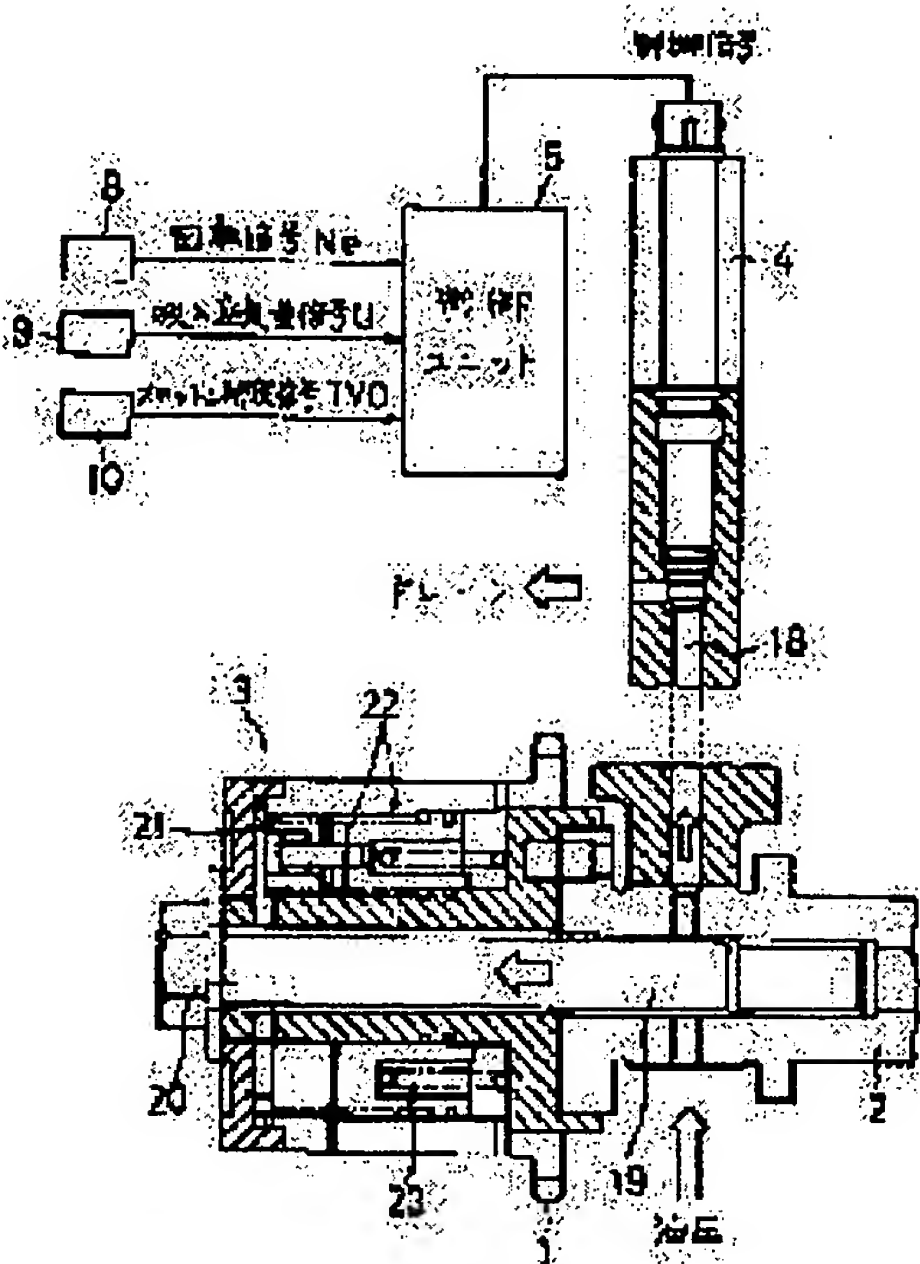
(21)Application number : 05-103103 (71)Applicant : UNISIA JECS CORP  
(22)Date of filing : 28.04.1993 (72)Inventor : MACHIDA KENICHI

(54) SELF-DIAGNOSTIC DEVICE FOR VARIABLE VALVE TIMING CONTROL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To conduct diagnoses for troubles including mechanical troubles in addition to electric troubles in a variable valve timing control device.

CONSTITUTION: An estimated value  $QH\phi$  of the intake air quantity is calculated from the throttle valve opening TVO and the rotation speed Ne. Next, the deviation DLTQ of the air quantity QA detected by an air flow meter 9 from the estimated quantity  $QH\phi$  is calculated. When a variable valve timing control solenoid 4 is turned ON, and the amount of overlapping of valve timing is controlled to be large due to advancing the closing period of an intake valve, the system is judged to be in trouble when the deviation DLTQ is below a specified value A. On the other hand, when the solenoid 4 is in OFF-controlled state, the system is judged to be in trouble when the deviation DLTQ is above a specified value B.



LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is self-test equipment of the adjustable valve timing control unit which carries out adjustable control of the valve timing of an internal combustion engine based on the control signal outputted from a control unit. An effective-area product detection means to detect the effective effective-area product of the engine inhalation-of-air system by which adjustable control is carried out, A prediction air-content operation means to calculate the forecast of the inhalation air content in predetermined valve timing based on an engine rotational-speed detection means to detect an engine's rotational speed, and the effective-area product and engine rotational speed which are detected with each aforementioned detection means, An inhalation air-content detection means to detect an engine's inhalation air content, A self-test means to perform troubleshooting of the aforementioned adjustable valve timing control unit by distinguishing deflection with the forecast of the inhalation air content detected with this inhalation air-content detection means, and the inhalation air content calculated with the aforementioned prediction air-content operation means according to the aforementioned control signal, Self-test equipment of the adjustable valve timing control unit characterized by consisting of \*\*\*\*\*.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the technology of diagnosing in detail failure of the adjustable valve timing control unit which carries out adjustable control of the valve timing of an internal combustion engine according to a control signal, about the self-test equipment of an adjustable valve timing control unit.

[0002]

[Description of the Prior Art] The adjustable valve timing control unit which operates from the former the valve timing adjustable mechanism which switches the opening-and-closing stage of an engine's inhalation-of-air bulb according to an engine service condition is formed. At the time of an engine's high rotation and a heavy load, the amount of overlap of the open state of an inhalation-of-air bulb and an exhaust air bulb is enlarged. Raising a charging efficiency using an inhalation-of-air inertia force is performed ("new model explanatory (FGY 32-1)" edit issue : the Nissan Motor , Inc. issue years : references, such as August, 1991 ).

[0003] With the above adjustable valve timing control units, with the control signal outputted from the control unit which inputs a rotation signal, an inhalation air-content signal, etc., for example, the oil pressure which operates a valve timing adjustable mechanism is controlled by making an adjustable valve timing control solenoid ON-OFF, the opening-and-closing stage of an inhalation-of-air bulb is switched, and it is controlling.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, there was a method of checking a control signal by incorporating in a control unit from a signal line [ near the adjustable valve timing control solenoid / transmit / the expected control signal / to the aforementioned adjustable valve timing control solenoid / as a method of diagnosing failure of the above adjustable valve timing control units ] /.

[0005] However, in spite of outputting the control signal of ON, for example according to the method of starting The case where it is still an OFF state, without switching to the operating state to which the adjustable valve timing control solenoid balanced ON control in fact, Although the solenoid is operating normally, it cannot diagnose mechanical failure to which abnormalities are in a hydraulic circuit or a valve timing adjustable mechanism, and expected switch control is not performed. Although valve timing has not switched to an expected state in fact, when normal, it might incorrect-diagnose to it.

[0006] this invention is made in view of the above-mentioned trouble, the self-test equipment which can perform the diagnosis also including mechanical failure in an engine's adjustable valve timing control unit is offered, and it aims at raising a diagnostic performance.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Based on the control signal outputted from a control unit, this invention is self-test equipment of the adjustable valve timing control unit which carries out adjustable control of the valve timing of an internal combustion engine, and as shown in drawing 1 , it is constituted. In drawing 1 , an effective-area product detection means detects the effective effective-area product of the engine inhalation-of-air system by which adjustable control is carried out, and an engine rotational-speed detection means detects an engine's rotational speed.

[0008] And a prediction air-content operation means calculates the forecast of the inhalation air content in predetermined valve timing based on the effective-area product and engine rotational speed which are detected with each aforementioned detection means. Moreover, an inhalation air-content detection means detects an engine's inhalation air content. Here, a self-test means performs troubleshooting of the aforementioned adjustable valve timing control unit by distinguishing deflection with the forecast of the inhalation air content detected with an inhalation air-content detection means, and the inhalation air content calculated with the aforementioned prediction air-content operation means according to the aforementioned control signal.



[0009]

[Function] According to this composition, an engine's inhalation air content in predetermined valve timing is predicted by the effective effective-area product and engine rotational speed of an inhalation-of-air system, and this prediction air content and the actual inhalation air content detected with an inhalation air-content detection means are measured. If valve timing is switched to the high inhalation efficiency side when change of inhalation efficiency is caused, for example, inhalation efficiency fits the switch of the aforementioned valve timing to low valve timing comparatively and it carries out the prediction operation of the inhalation air content, when as the same as the timing to which the actual inhalation air content became larger than the aforementioned amount of prediction, and valve timing fitted the prediction operation of an inhalation air content, the survey and the air content of an abbreviation EQC should be detected beforehand.

[0010] Therefore, it can distinguish whether therefore, it actually switches whether the deflection of the inhalation air content and real survey which were predicted is a value corresponding to the valve timing according to the control signal to the valve timing according to the control signal.

[0011]

[Example] The example of this invention is explained below. Drawing 2 is drawing showing the example of composition of the adjustable valve timing control unit concerning this invention, and the internal combustion engine with which this adjustable valve timing control unit is applied is independently equipped with an inspired air flow path cam shaft and an exhaust side cam shaft, respectively.

[0012] The adjustable valve timing control unit shown in this drawing 2 is attached to the inspired air flow path cam sprocket 1, and is constituted by the adjustable valve timing control solenoid 4 which controls supply of the oil pressure for the valve timing adjustable mechanism 3 which carries out adjustable control, and this valve timing adjustable mechanism 3 operating the phase of a crankshaft (illustration ellipsis) and the inspired air flow path cam shaft 2, and the control unit 5 which outputs the control signal of turning on and off to this adjustable valve timing control solenoid 4 according to an engine's service condition.

[0013] As the aforementioned adjustable valve timing control solenoid 4 is shown in drawing 3 and drawing 4, in the state of OFF (un-energizing) of the solenoid prepared in the end face side (drawing 3 and drawing 4 upper part side), the aforementioned rod 11 retreats to a solenoid side, and the aforementioned rod 11 is extended in the state of ON (energization) of a solenoid in the direction which separates from a solenoid. To the point of the housing 12 supported on the other hand so that the aforementioned rod 11 might be surrounded The tubed valve element 13 which is guided at the inner skin of this housing 12, and moves to shaft orientations is installed inside. This valve element 13 is energized by the coil spring 14 infixed between the housing 12 aforementioned points at the rod 11 side, and a valve element 13 contacts rod 11 apical surface according to this energization force. by this A valve element 13 is interlocked with the attitude of a rod 11, and moves to shaft orientations.

[0014] moreover, the introduction for introducing the hydraulic oil fed by the nose-of-cam side peripheral wall of the aforementioned housing 12 from the hydraulic power unit which is not illustrated in the space surrounded by housing 12 inner circumference and the valve element 13 inside -- opening of the hole 15 is carried out moreover -- a valve element 13 -- introduction -- the free passage for discharging the hydraulic oil introduced through the hole 15 to the space surrounded by housing 12 inner circumference of valve element 13 outside, and rod 11 periphery -- opening of the hole 16 is carried out furthermore, the drain which attends the space surrounded by housing 12 inner circumference and rod 11 periphery -- opening of the hole 17 is carried out to the peripheral wall of housing 12

[0015] in the state of OFF (un-energizing) of the adjustable valve timing control solenoid 4, a rod 11 retreats to a solenoid side here -- a valve element 13 -- from housing 12 nose of cam -- separating -- this state -- the peripheral wall of a valve element 13, and the aforementioned introduction -- a hole 15 -- not interfering -- a hydraulic oil -- the aforementioned introduction -- it receives and a hole 15 is introduced in housing 12 -- having -- the inside of housing 12 -- a free passage -- a hole 16 -- minding -- moving -- a drain --

[0016] on the other hand in the state of ON (energization) of the adjustable valve timing control solenoid 4, a rod 11 is extended to a valve element 13 side -- a valve element 13 -- housing 12 nose of cam -- turning -- descending -- the peripheral wall of a valve element 13 -- the aforementioned introduction -- since a hole 15 will be blockaded from the inside -- a hydraulic oil -- a drain -- it will be in the state where it is not discharged through a hole 17 the aforementioned introduction -- the fluid passage 18 which is open for free passage to a hole 15 -- the upstream -- the fluid passage of the valve timing adjustable mechanism 3 -- open for free passage -- \*\*\*\* -- the OFF state of a solenoid 4 -- a hydraulic oil -- the aforementioned drain -- by being discharged through a hole 17, oil pressure does not act on the valve timing adjustable mechanism 3, but a solenoid 4 turns on -- having -- a drain -- if a hole 17 is closed, oil pressure will act on the valve timing adjustable mechanism 3

[0017] The aforementioned fluid passage 18 is open for free passage to the fluid passage 19 established in the cam shaft

2, before resulting in the aforementioned solenoid 4, and a solenoid 4 arrives at the front face of the plunger 21 of cam sprocket 1 built-in via the fluid passage 20 where the hydraulic oil supplied to the aforementioned fluid passage 19 was prepared in the cam sprocket 1 in the state where a hydraulic oil is not discharged from a solenoid 4 side by the ON state. And the hydraulic oil which arrived at the front face of a plunger 21 acts so that a plunger 21 may be forced on a cam-shaft 2 side with the oil pressure.

[0018] Since the aforementioned plunger 21 has geared with the cam sprocket 1 and the cam shaft 2 by the helical gear 22, if it is pushed by the aforementioned oil pressure, it moves to shaft orientations to a stopper position, rotating, and at this time, since the cam sprocket 1 is being fixed by the timing chain which is not illustrated, a cam-shaft 2 side will rotate with a plunger 21, and the relative position of the hoop direction of the cam sprocket 1 and a cam shaft 2 will change.

[0019] if the control solenoid 4 is turned off on the other hand -- the drain of a solenoid 4 -- the force which forces the aforementioned plunger 21 on a cam-shaft 2 side by discharging a hydraulic oil through a hole 17 -- being lost -- the aforementioned plunger 21 -- the energization force of a return spring 23 -- it will return to the position of the origin which is separated from a cam-shaft 2 side thus, in the adjustable valve timing control unit of this example It is that to which the phase of an inspired air flow path cam is changed with operation angle regularity by changing the phase to the crankshaft of the inspired air flow path cam shaft 2. in this example As shown in drawing 5 (a) and (b), at the OFF state of a solenoid 4, the open time of an inhalation-of-air bulb is overdue, conversely, by the ON state of a solenoid 4, the open time of an inhalation-of-air bulb is rash, and the amount of overlap with an exhaust air bulb increases.

[0020] Turning on and off of aforementioned SORENODO 4 is controlled by the control signal from a control unit 5, and makes the aforementioned solenoid 4 turn on and off according to an engine service condition, and in order to suit and change the opening-and-closing stage of an inhalation-of-air bulb to a service condition, the engine rotation signal Ne from the crank angle sensor 8 (engine rotational-speed detection means) and an air flow meter 9 (inhalation air-content detection means) and the engine inhalation air-content signal Q are inputted into a control unit 5.

[0021] And the control unit 5 which builds in a microcomputer calculates an engine load equivalent value from the aforementioned inhalation air-content signal Q and the rotation signal Ne, determines turning on and off of a solenoid 4 with reference to the valve timing control map (refer to drawing 6 ) beforehand set up considering an engine load and rotation as a parameter, and outputs the on-off-control signal according to this determination to a solenoid 4.

[0022] Furthermore, in this example, the function to perform the self-test of the adjustable valve timing control unit of the above-mentioned composition is prepared in the control unit 5, and in order to perform the aforementioned self-test, the detecting signal from the throttle sensor 10 which detects the opening TVO of an engine's throttle valve (illustration ellipsis) is inputted into a control unit 5. In addition, the aforementioned opening TVO is the value which represents the effective effective-area product of an engine inhalation-of-air system in this example, and the aforementioned throttle sensor 10 is equivalent to an effective-area product detection means.

[0023] Below, the situation of the self-test in a control unit 5 is explained according to the flow chart of drawing 7 . In addition, in this example, as shown in the flow chart of aforementioned drawing 7 , the control unit 5 is equipped with the function as a prediction air-content operation means and a self-test means in software.

[0024] It sets to the flow chart of drawing 7 , and is Step 1 (referred to as S1 all over drawing.) first. The inhalation air content QA detected with the air flow meter 9 in it being the same as that of the following is read. At the following step 2, as a control signal shows drawing 5 (a) as valve timing by OFF, the closed stage of an inhalation-of-air bulb is late, and air-content QHphi predicted to be obtained when fixed to valve timing with the small amount of overlap of an inhalation-of-air bulb and an exhaust air bulb is calculated based on the engine rotational speed Ne and the throttle-valve opening TVO.

[0025] At the following step 3, the air-content deflection which subtracts the actual amount QA of measurement from aforementioned prediction air-content QHphi, and is called for is set to DLTQ. At Step 4, it distinguishes whether vehicles are high-ground run states based on the detection data of for example, an atmospheric pressure sensor etc. In addition, the method of a high-ground judging is not limited to what uses the aforementioned atmospheric pressure sensor, and various well-known methods can be used for it.

[0026] This routine is terminated as it is, without diagnosing, since the judgment precision of the air content mentioned later gets worse when it is a high-ground run state. In not being a high-ground run state, it progresses to Step 5 and distinguishes whether it is the service condition by which ON control signal is outputted to a solenoid 4. And when it is the conditions by which ON control signal is outputted to a solenoid 4, it progresses to Step 6 and the aforementioned deflection DLTQ is compared with the predetermined value A.

[0027] Since a solenoid 4 suits valve timing with the small amount of overlap with the late closed stage of an inhalation-of-air bulb and is predicted in OFF, aforementioned prediction air-content QHphi actually corresponds to ON control of a solenoid 4 here. When the closed stage of an inhalation-of-air bulb is switched to bulb tie MIG with the early big



amount of overlap Many air contents should be acquired rather than aforementioned prediction air-content  $QH_{phi}$  by increase of inhalation efficiency, and at the time of normal operation, the aforementioned deflection  $DLTQ$  will be distinguished, if larger than the predetermined value  $A$ .

[0028] On the other hand, since the improvement effect of inhalation efficiency is not acquired in fact according to a switch of valve timing when failure which has become with the valve timing corresponding to the OFF control state of a solenoid 4 arises in spite of outputting ON control signal to the solenoid 4, the aforementioned deflection  $DLTQ$  becomes smaller than the predetermined value  $A$ . Therefore, when the aforementioned deflection  $DLTQ$  was smaller than the predetermined value  $A$  and it is distinguished at the aforementioned step 6, at least, valve timing can presume that it is not the timing corresponding to ON control, progresses to Step 8 in this case, and judges failure of an adjustable valve timing control system.

[0029] Moreover, when it is distinguished that it is in the state where an OFF control signal is outputted to a solenoid 4 at Step 5, it progresses to Step 7 and distinguishes whether the aforementioned deflection  $DLTQ$  is beyond the predetermined value  $B$  ( $<$  predetermined value  $A$ ). Since the state where the OFF control signal is outputted to the solenoid 4 must be the same valve timing as the conditions when predicting air-content  $QH_{phi}$  based on the throttle-valve opening  $TVO$  and the engine rotational speed  $Ne$ , if normal, the deflection  $DLTQ$  of prediction air-content  $QH_{phi}$  and the real survey  $QA$  should serve as few amounts in error range. However, when it is the valve timing corresponding to ON control state, without valve timing switching corresponding to an OFF control signal, the air content beforehand exceeding survey  $QH_{phi}$  will be surveyed, and the aforementioned deflection  $DLTQ$  will show the value exceeding the predetermined value  $B$ .

[0030] Therefore, at Step 7, when the aforementioned deflection  $DLTQ$  exceeds the predetermined value  $B$ , what a certain failure has generated is presumed, it progresses to Step 8, and a system failure is judged. Thus, in this example, since it is the composition of diagnosing failure of an adjustable valve timing control unit by whether the air content corresponding to the switch state of valve timing being acquired, not only electric failure of the transfer system of a control signal but mechanical failure of an adjustable mechanism can be diagnosed, and a reliable diagnostic result can be offered.

[0031] In addition, although the control signal at that time was taken into consideration in the above-mentioned example in judging the deflection of a prediction air content and a real survey on the assumption that fixed valve timing when carrying out the prediction operation of the air content based on the throttle-valve opening  $TVO$  and the engine rotational speed  $Ne$  Prediction air-content  $QH_{phi}$  which is different from the throttle-valve opening  $TVO$  and the engine rotational speed  $Ne$  according to ON-OFF of the control signal at that time is made to calculate, and it is good also considering the deflection of this prediction air-content  $QH_{phi}$  and real survey  $QA$  being predetermined within the limits as a normal criteria.

[0032] moreover -- the above-mentioned example -- an operation angle -- the adjustable valve timing control unit of composition of changing an operation angle (the amount of lifts) with an opening-and-closing stage, although the opening-and-closing stage of an inhalation-of-air bulb was made adjustable while it had been fixed -- you may be -- moreover, an operation angle -- it is clear that it is not what is limited to the above-mentioned adjustable mechanism even if it is the case where valve timing is changed while it has been fixed

[0033]

[Effect of the Invention] In the adjustable valve timing control unit which carries out adjustable control of the valve timing of an internal combustion engine based on the control signal outputted from a control unit according to this invention as explained above By distinguishing the deflection of the air content and real survey by which a prediction operation is carried out from a service condition according to the control signal at that time Since it diagnosed whether valve timing would actually be switched according to the control signal It can diagnose also about mechanical failure of a valve timing controlling mechanism besides electric failure of a control signal output system, and is effective in the ability to offer a reliable diagnostic result now.

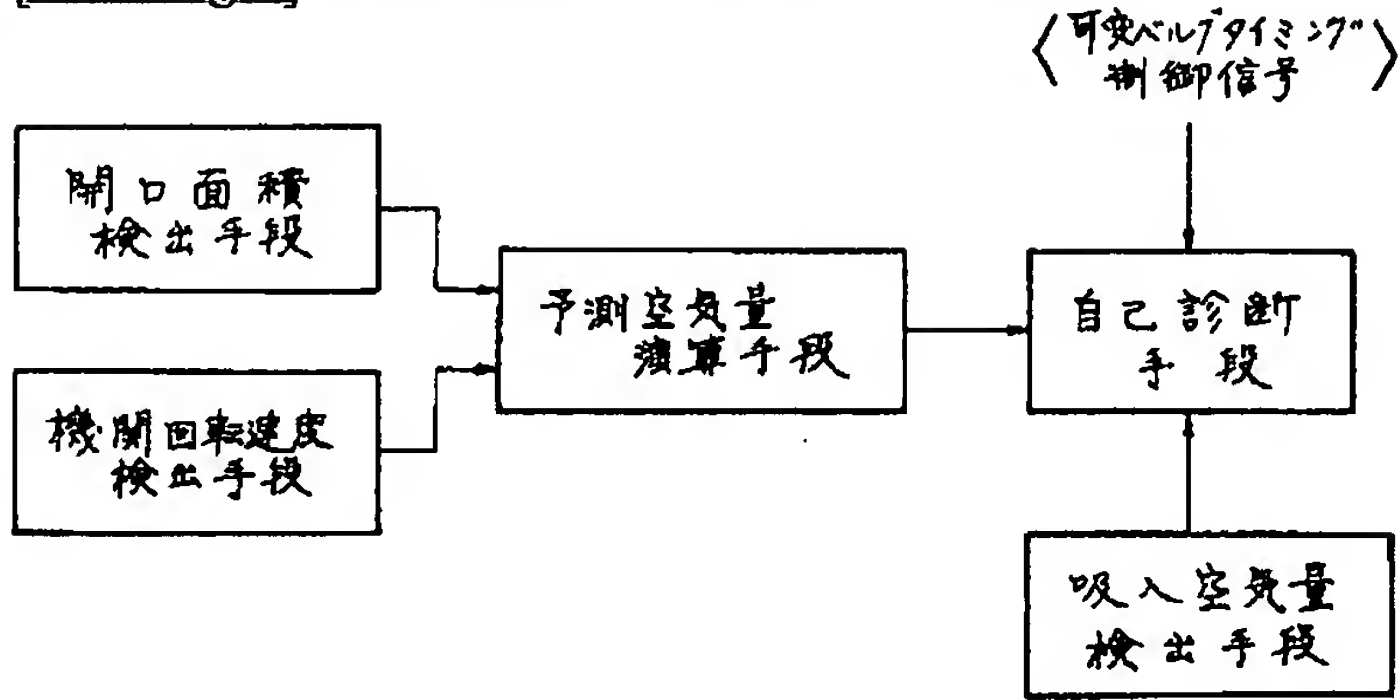
\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

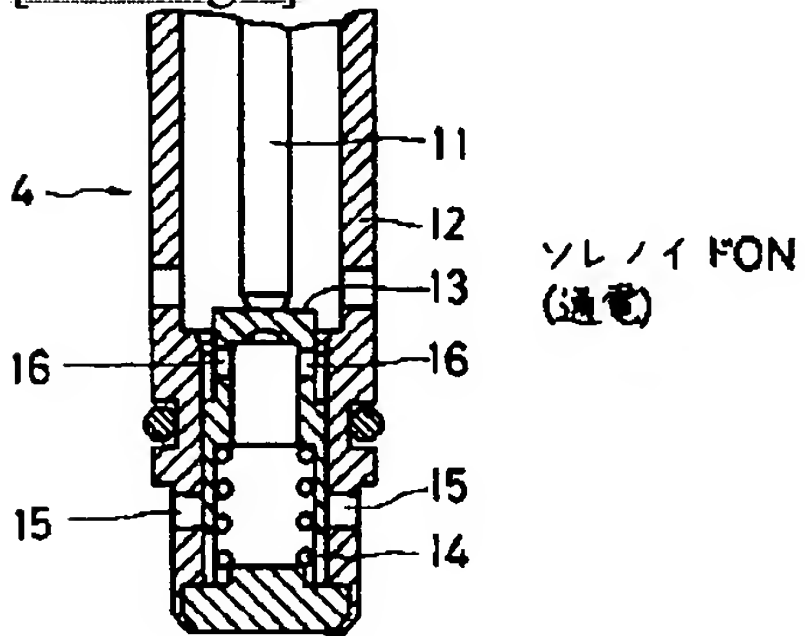
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

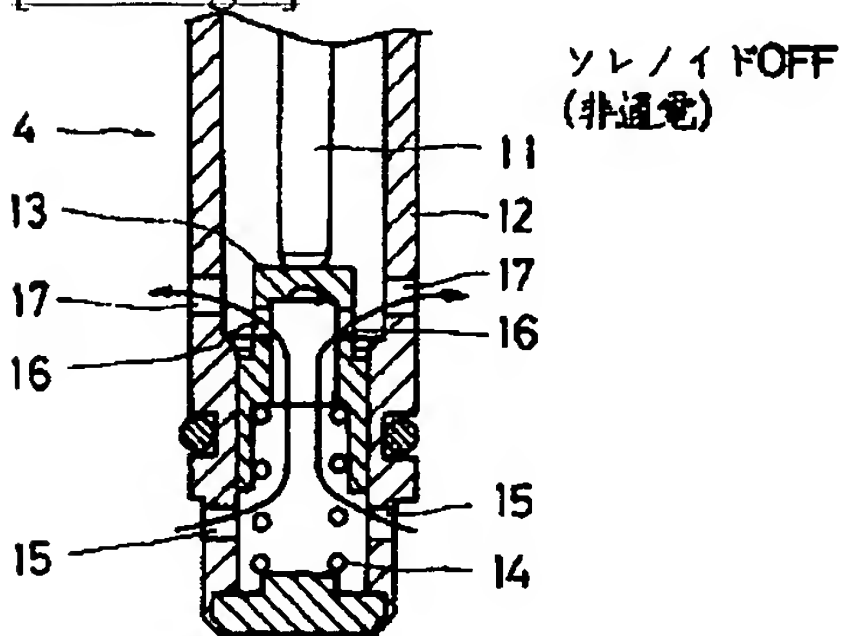
[Drawing 1]



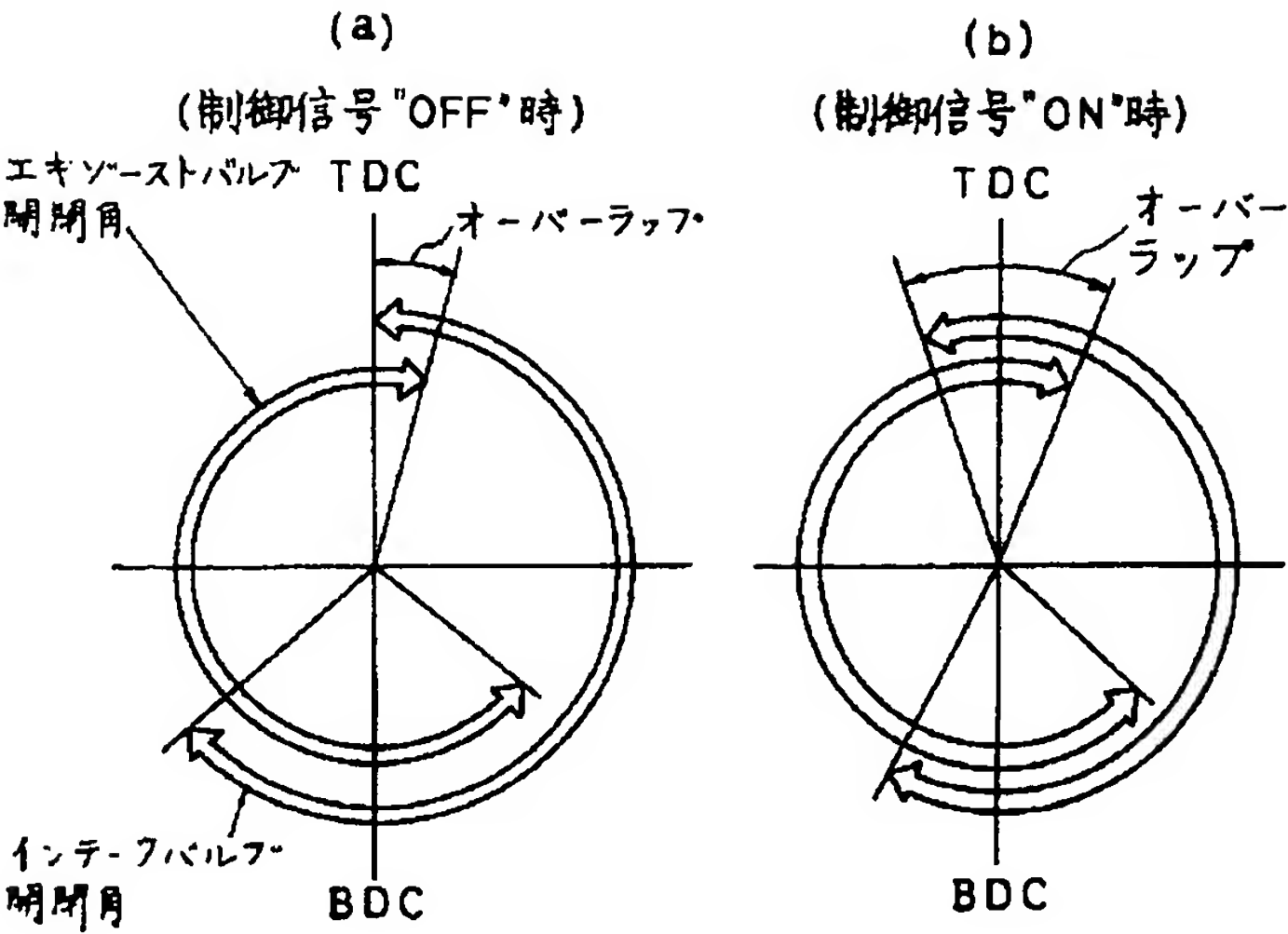
[Drawing 3]



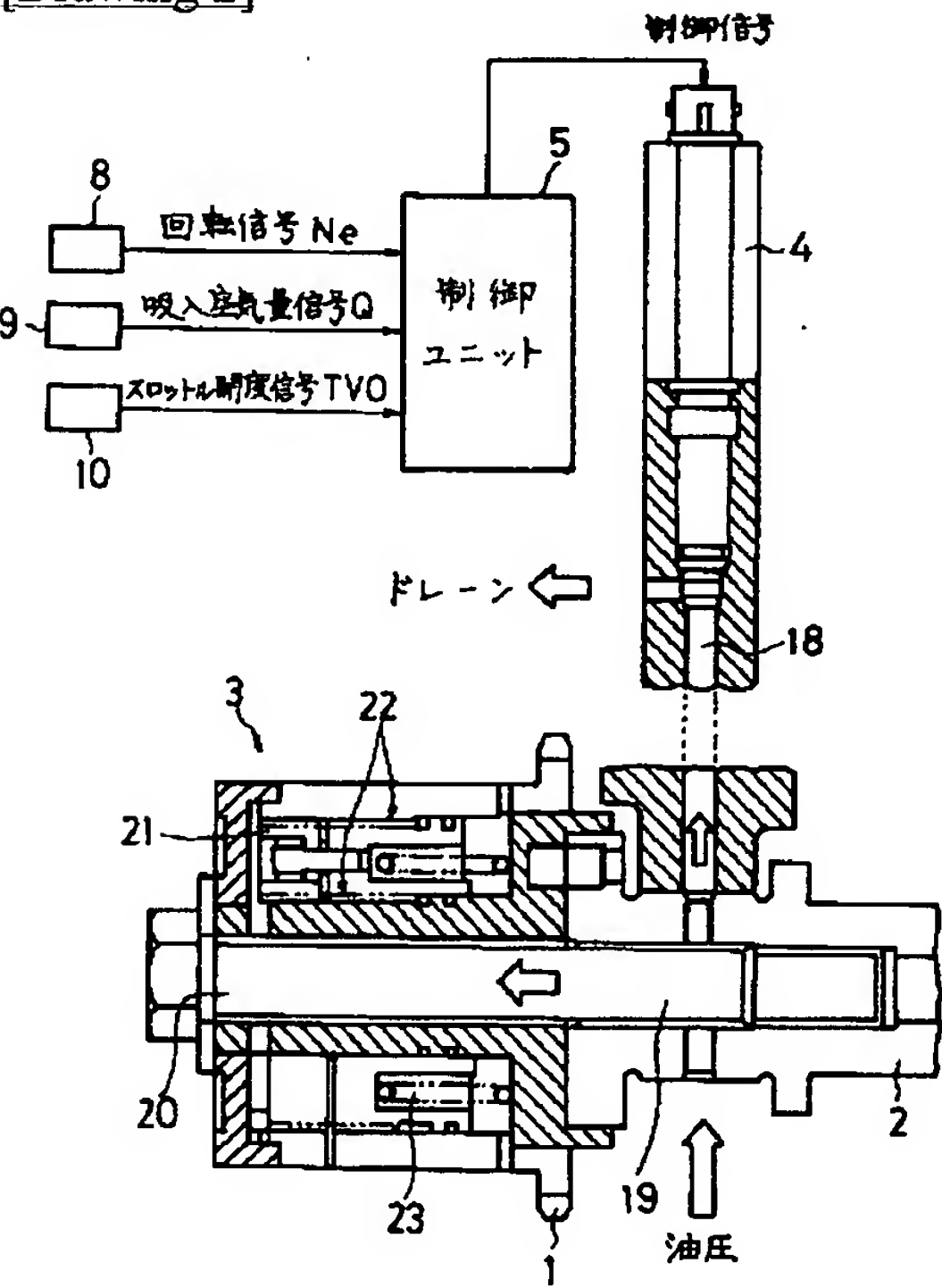
[Drawing 4]



[Drawing 5]

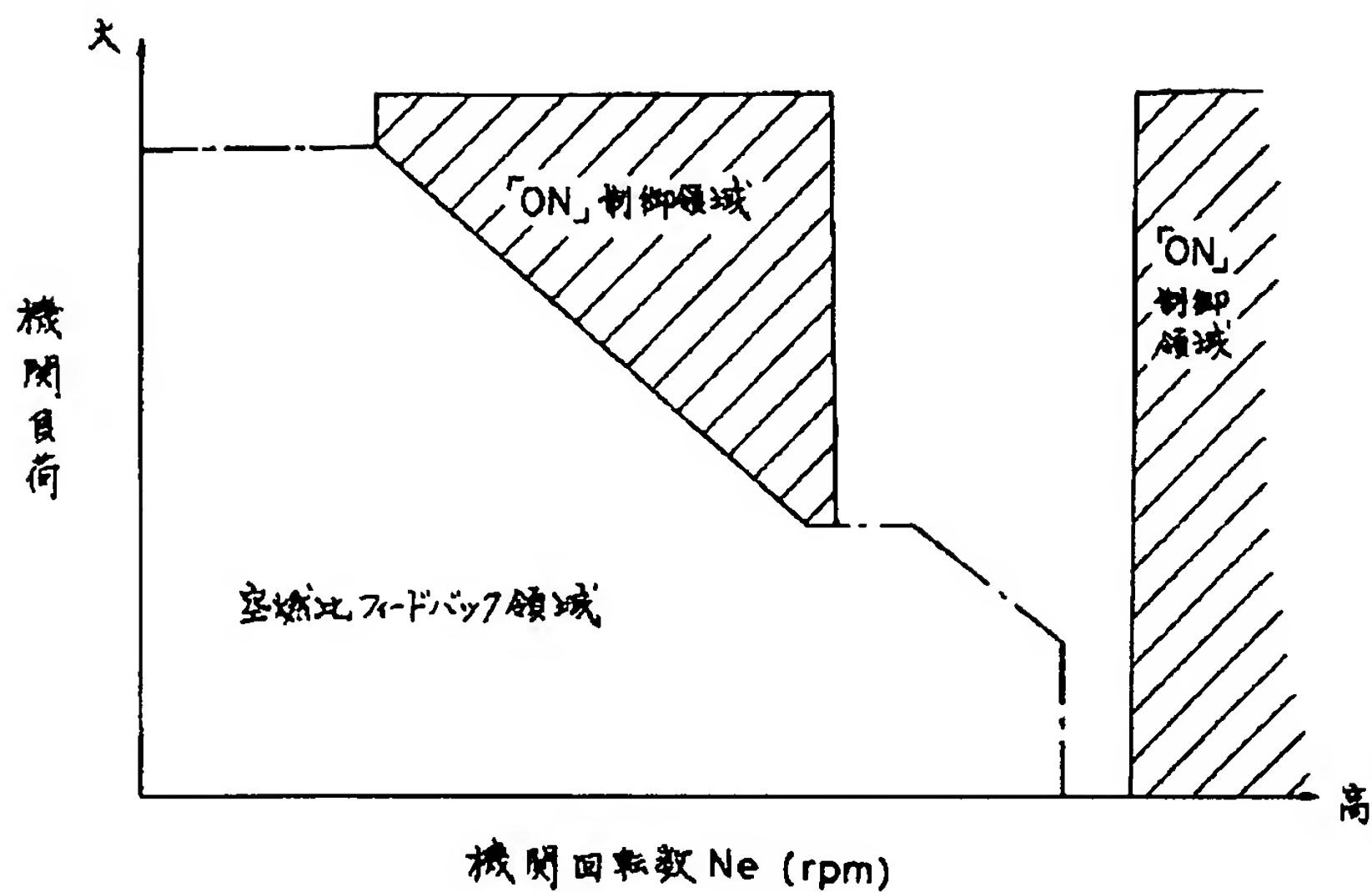


[Drawing 2]

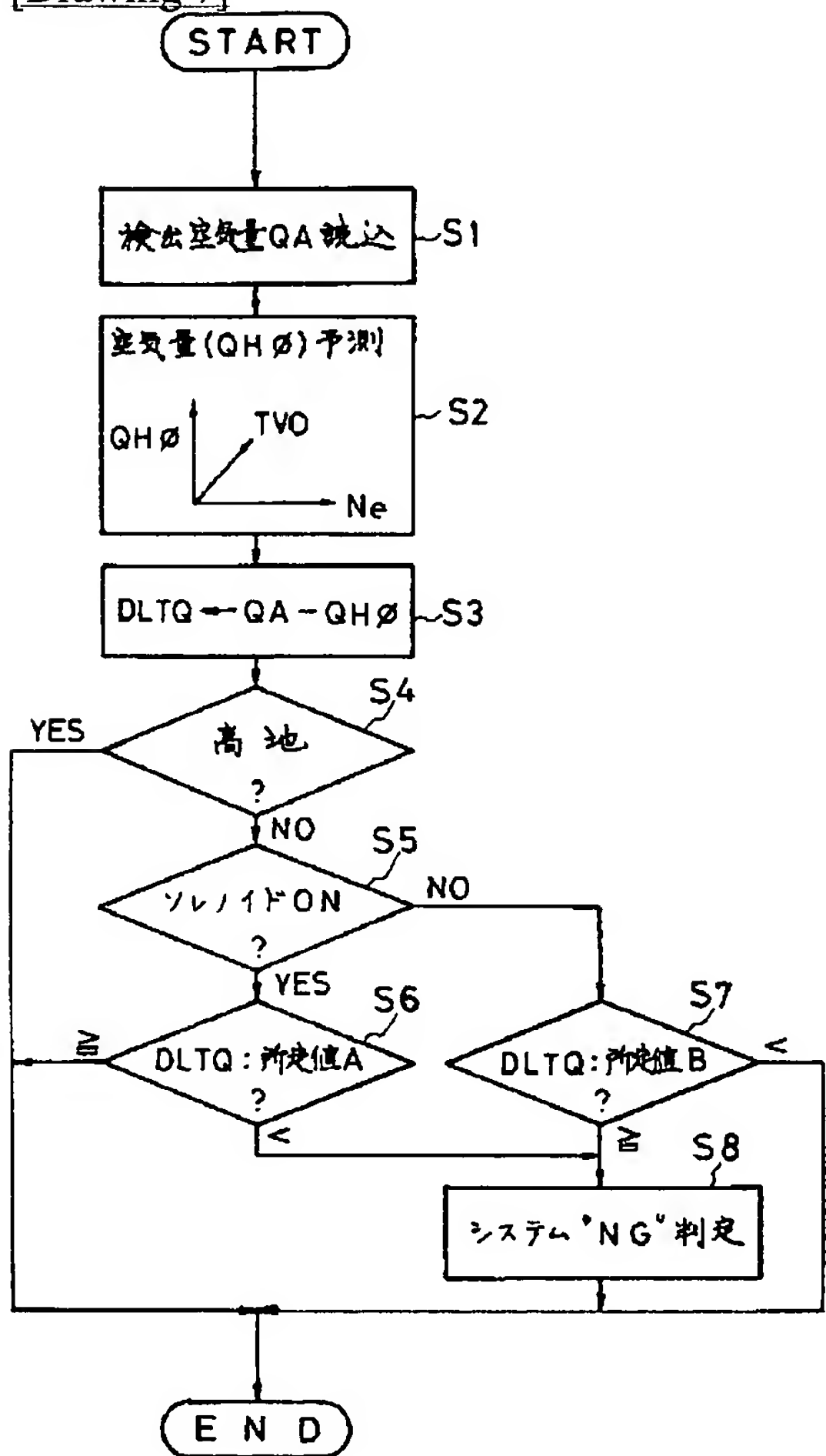


[Drawing 6]





[Drawing 7]



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-317114

(43)公開日 平成6年(1994)11月15日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
F 0 1 L 1/34	Z	6965-3G		
	C	6965-3G		
13/00	3 0 1 Y			
F 0 2 D 41/22	3 0 1 M	8011-3G		
45/00	3 6 6 E	7536-3G		

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全7頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平5-103103

(22)出願日 平成5年(1993)4月28日

(71)出願人 000167406

株式会社ユニシアジェックス  
神奈川県厚木市恩名1370番地

(72)発明者 町田 憲一

神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会社ユニシアジェックス内

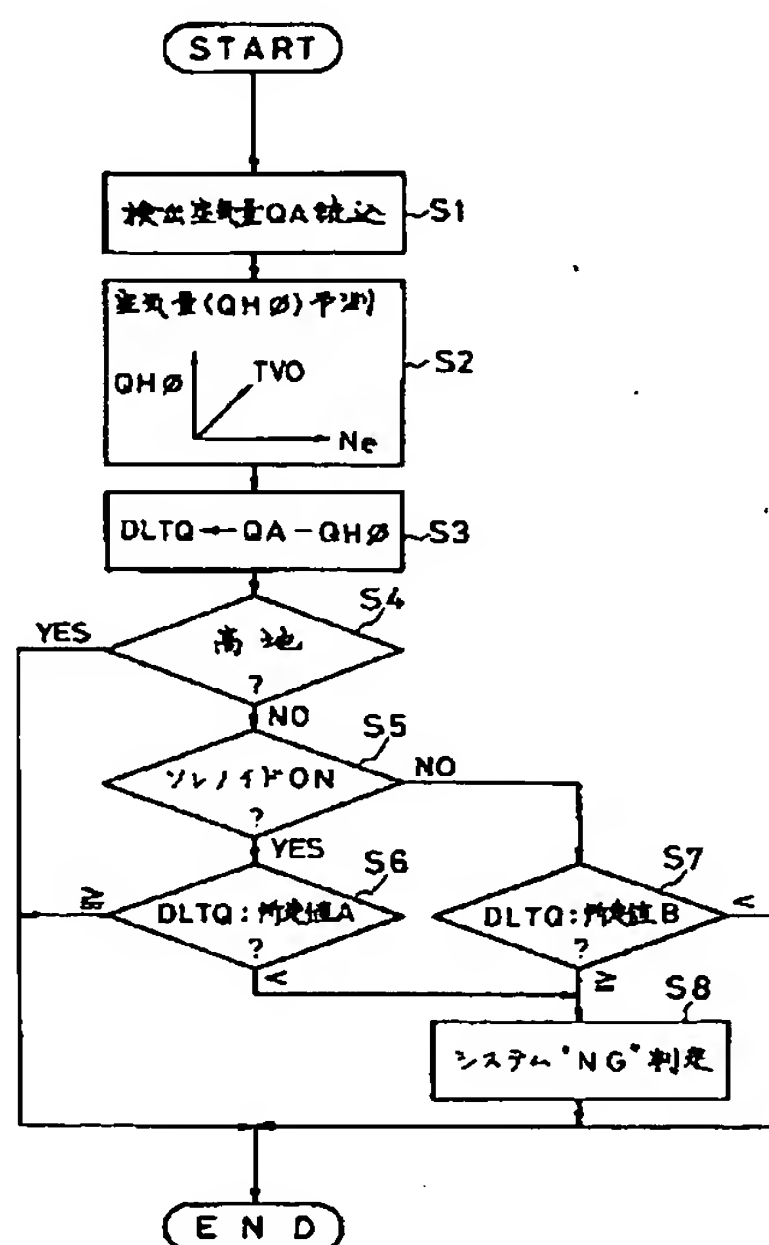
(74)代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54)【発明の名称】 可変バルブタイミング制御装置の自己診断装置

(57)【要約】

【目的】可変バルブタイミング制御装置において、電気的な故障の他、機械的な故障も含めて故障診断が行えるようにする。

【構成】スロットル弁開度TVOと回転速度Neとから、吸入空気量の予測値QHφを演算する(S2)。そして、エアフローメータで検出された空気量QA(S1)と前記予測値QHφとの偏差DLTQを演算する(S3)。ここで、可変バルブタイミングコントロールソレノイドがONされて、吸気バルブの閉時期が早くオーバーラップ量が大きいタイミングに制御されている場合には(S5)、前記偏差DLTQが所定値A以下であるときに(S6)、システム故障を判定する(S8)。一方、前記ソレノイドのOFF制御状態では、前記偏差DLTQが所定値B以上であるときに(S7)、システム故障を判定する(S8)。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 制御ユニットから出力される制御信号に基づいて内燃機関のバルブタイミングを可変制御する可変バルブタイミング制御装置の自己診断装置であって、可変制御される機関吸気系の有効開口面積を検出する開口面積検出手段と、

機関の回転速度を検出する機関回転速度検出手段と、前記各検出手段で検出される開口面積及び機関回転速度とに基づいて所定バルブタイミングにおける吸入空気量の予測値を演算する予測空気量演算手段と、

機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、該吸入空気量検出手段で検出される吸入空気量と前記予測空気量演算手段で演算された吸入空気量の予測値との偏差を前記制御信号に応じて判別することにより前記可変バルブタイミング制御装置の故障診断を行う自己診断手段と、

を含んで構成されたことを特徴とする可変バルブタイミング制御装置の自己診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は可変バルブタイミング制御装置の自己診断装置に関し、詳しくは、制御信号に応じて内燃機関のバルブタイミングを可変制御する可変バルブタイミング制御装置の故障を診断する技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、機関の吸気バルブの開閉時期を切り換えるバルブタイミング可変機構を機関運転条件に応じて動作させる可変バルブタイミング制御装置を設け、機関の高回転、高負荷時には吸気バルブと排気バルブの開状態のオーバーラップ量を大きくして、吸気慣性力を利用して充填効率を高めることが行われている

（「新型車解説書（FGY32-1）」編集発行：日産自動車株式会社 発行年月：1991年8月 等参照）。

【0003】 上記のような可変バルブタイミング制御装置では、例えば回転信号、吸入空気量信号などを入力する制御ユニットから出力される制御信号により、可変バルブタイミングコントロールソレノイドをON・OFFさせることで、バルブタイミング可変機構を動作させる油圧を制御して、吸気バルブの開閉時期を切り換え制御している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記のような可変バルブタイミング制御装置の故障を診断する方法としては、前記可変バルブタイミングコントロールソレノイドに対して所期の制御信号が伝わっているか否かを、可変バルブタイミングコントロールソレノイドの近傍における信号ラインから制御信号を制御ユニット内に取り込むことで確認する方法があった。

2

【0005】 しかしながら、かかる方法によると、例えばONの制御信号が出力されているにも関わらず、実際には可変バルブタイミングコントロールソレノイドがON制御に見合った動作状態に切り換わずにOFF状態のままである場合や、ソレノイドは正常に動作しているが油圧回路やバルブタイミング可変機構に異常があって所期の切り換え制御が行われなような機械的な故障を診断することができず、実際にはバルブタイミングが所期状態に切り換わっていないのに、正常であると誤診断してしまうことがあった。

【0006】 本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、機関の可変バルブタイミング制御装置において、機械的な故障も含めた診断が行える自己診断装置を提供し、診断性能を向上させることを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、制御ユニットから出力される制御信号に基づいて内燃機関のバルブタイミングを可変制御する可変バルブタイミング制御装置の自己診断装置であって、図1に示すように構成される。図1において、開口面積検出手段は、可変制御される機関吸気系の有効開口面積を検出し、機関回転速度検出手段は機関の回転速度を検出する。

【0008】 そして、予測空気量演算手段は、前記各検出手段で検出される開口面積及び機関回転速度とに基づいて所定バルブタイミングにおける吸入空気量の予測値を演算する。また、吸入空気量検出手段は、機関の吸入空気量を検出する。ここで、自己診断手段は、吸入空気量検出手段で検出される吸入空気量と前記予測空気量演算手段で演算された吸入空気量の予測値との偏差を前記制御信号に応じて判別することにより前記可変バルブタイミング制御装置の故障診断を行う。

## 【0009】

【作用】 かかる構成によると、吸気系の有効開口面積及び機関回転速度によって所定バルブタイミングにおける機関の吸入空気量が予測され、かかる予測空気量と、吸入空気量検出手段で検出される実際の吸入空気量とが比較される。前記バルブタイミングの切り換えは吸入効率の変化を来し、例えば吸入効率が比較的低いバルブタイミングに適合させて吸入空気量を予測演算させる場合には、バルブタイミングが吸入効率の高い側に切り換えられていれば、実際の吸入空気量は前記予測量よりも大きくなり、また、バルブタイミングが吸入空気量の予測演算を適合させたタイミングと同じ場合には、予測量と略同等の空気量が検出されるはずである。

【0010】 従って、予測した吸入空気量と実測量との偏差が、制御信号に応じたバルブタイミングに見合った値になっているか否かをよって、制御信号に応じたバルブタイミングに実際に切り換えられているか否かを判別できるものである。

## 【0011】

50



## 3

【実施例】以下に本発明の実施例を説明する。図2は本発明にかかる可変バルブタイミング制御装置の構成例を示す図であり、かかる可変バルブタイミング制御装置が適用される内燃機関は、吸気側カムシャフトと排気側カムシャフトとをそれぞれ独立に備えたものである。

【0012】この図2に示す可変バルブタイミング制御装置は、吸気側カムプロケット1に付設され、クランクシャフト（図示省略）と吸気側カムシャフト2との位相を可変制御するバルブタイミング可変機構3と、該バルブタイミング可変機構3の動作させるための油圧の供給を制御する可変バルブタイミングコントロールソレノイド4と、該可変バルブタイミングコントロールソレノイド4にオン・オフの制御信号を機関の運転条件に応じて出力する制御ユニット5とによって構成される。

【0013】前記可変バルブタイミングコントロールソレノイド4は、図3及び図4に示すように、基端側（図3及び図4で上方側）に設けられたソレノイドのオフ（非通電）状態では前記ロッド11はソレノイド側に退き、ソレノイドのオン（通電）状態では、前記ロッド11はソレノイドから離れる方向に伸びる。一方、前記ロッド11を囲むように支持されたハウジング12の先端部には、該ハウジング12の内周面に案内されて軸方向に移動する筒状の弁体13が内設されており、この弁体13は前記ハウジング12先端部との間に介装されたコイルスプリング14によってロッド11側に付勢されており、該付勢力によって弁体13はロッド11先端面に当接するようになっており、これにより、弁体13はロッド11の進退に連動して軸方向に移動するようになっている。

【0014】また、前記ハウジング12の先端側周壁には、図示しない油圧源から圧送される作動油をハウジング12内周と弁体13内側とによって囲まれる空間内に導入するための導入孔15が開口されている。また、弁体13には、導入孔15を介して導入した作動油を弁体13外側のハウジング12内周とロッド11外周とによって囲まれる空間に排出するための連通孔16が開口されている。更に、ハウジング12内周とロッド11外周とによって囲まれる空間に臨むドレーン孔17がハウジング12の周壁に開口されている。

【0015】ここで、可変バルブタイミングコントロールソレノイド4のオフ（非通電）状態では、ロッド11がソレノイド側に退くことによって、弁体13がハウジング12先端から離れ、この状態では弁体13の周壁と前記導入孔15とが干渉せず、作動油は前記導入孔15を対してハウジング12内に導入され、ハウジング12内で連通孔16を介して移動し、ドレーン孔17から排出される。

【0016】一方、可変バルブタイミングコントロールソレノイド4のオン（通電）状態では、ロッド11が弁体13側に伸びることによって、弁体13がハウジング12先端に向けて下降し、弁体13の周壁が前記導入孔15を内側から閉塞することになるため、作動油はドレーン孔17を介

## 4

して排出されない状態となる。前記導入孔15に連通する作動油通路18は、その上流側でバルブタイミング可変機構3の作動油通路に連通しており、ソレノイド4のオフ状態では、作動油が前記ドレーン孔17を介して排出されることによって、油圧がバルブタイミング可変機構3に作用せず、ソレノイド4がオンされてドレーン孔17が閉じられると、油圧がバルブタイミング可変機構3に作用する。

【0017】前記作動油通路18は、前記ソレノイド4に至る前にカムシャフト2に設けられた作動油通路19に連通しており、ソレノイド4がオン状態でソレノイド4側から作動油が排出されない状態では、前記作動油通路19に供給された作動油が、カムプロケット1に設けられた作動油通路20を経由してカムプロケット1内蔵のプランジャー21の前面に達する。そして、プランジャー21の前面に達した作動油は、その油圧によってプランジャー21をカムシャフト2側に押し付けるように作用する。

【0018】前記プランジャー21は、ヘリカルギヤ22でカムプロケット1及びカムシャフト2と噛み合っているため、前記油圧によって押し付けられると、回転しながらストッパ位置まで軸方向に移動し、このときカムプロケット1は図示しないタイミングチェーンによって固定されているから、カムシャフト2側がプランジャー21と共に回転し、カムプロケット1とカムシャフト2との周方向の相対位置が変化する。

【0019】一方、コントロールソレノイド4がオフされると、ソレノイド4のドレーン孔17を介して作動油が排出されることによって、前記プランジャー21をカムシャフト2側に押し付ける力が無くなり、前記プランジャー21はリターンスプリング23の付勢力によってカムシャフト2側から離れた元の位置に戻るようになる。このようにして、本実施例の可変バルブタイミング制御装置では、吸気側カムシャフト2のクランクシャフトに対する位相を変化させることで、作動角一定のまま吸気側カムの位相を変化させるものであり、本実施例では、図5

(a)、(b)に示すように、ソレノイド4のオフ状態では吸気バルブの開時期が遅れ、逆に、ソレノイド4のオン状態では吸気バルブの開時期が早まり、排気バルブとのオーバーラップ量が増大するようになっている。

【0020】前記ソレノイド4のオン・オフは、制御ユニット5からの制御信号によって制御されるようになっており、機関運転条件に応じて前記ソレノイド4をオン・オフさせ、吸気バルブの開閉時期を運転条件に適合して変化させるために、制御ユニット5には、クランク角センサ8（機関回転速度検出手段）、エアフローメータ9（吸入空気量検出手段）からの機関回転信号Ne、機関吸入空気量信号Qが入力されるようになっている。

【0021】そして、マイクロコンピュータを内蔵する制御ユニット5は、前記吸入空気量信号Qと回転信号Neとから機関負荷相当値を演算し、予め機関負荷と回転

## 5

とをパラメータとして設定されているバルブタイミング制御マップ（図6参照）を参照して、ソレノイド4のオン・オフを決定し、該決定に応じたオン・オフ制御信号をソレノイド4に出力する。

【0022】更に、本実施例では、上記構成の可変バルブタイミング制御装置の自己診断を行う機能を制御ユニット5に設けてあり、前記自己診断を行うために、制御ユニット5には、機関のスロットル弁（図示省略）の開度TVOを検出するスロットルセンサ10からの検出信号が入力されるようになっている。尚、前記開度TVOが、本実施例において機関吸気系の有効開口面積を代表する値であり、前記スロットルセンサ10が開口面積検出手段に相当する。

【0023】以下に、制御ユニット5における自己診断の様子を、図7のフローチャートに従って説明する。尚、本実施例において、予測空気量演算手段、自己診断手段としての機能は、前記図7のフローチャートに示すように制御ユニット5がソフトウェア的に備えている。

【0024】図7のフローチャートにおいて、まず、ステップ1（図中ではS1としてある。以下同様）では、エアフローメータ9で検出された吸入空気量QAを読み込む。次のステップ2では、制御信号がOFFでバルブタイミングとして図5（a）に示すように吸気バルブの閉時期が遅く、吸気バルブと排気バルブとのオーバーラップ量が小さいバルブタイミングに固定されたときに得られると予測される空気量QHφを、機関回転速度Neとスロットル弁開度TVOとに基づいて演算する。

【0025】次のステップ3では、前記予測空気量QHφから実際の計測量QAを減算して求められる空気量偏差をDLTQにセットする。ステップ4では、車両が高地走行状態であるか否かを、例えば大気圧センサの検出データ等に基づいて判別する。尚、高地判定の方法は、前記大気圧センサを用いるものに限定されるものではなく、種々の公知の方法を用いることができる。

【0026】高地走行状態であるときには、後述する空気量の判定精度が悪化するので、診断を行うことなく、そのまま本ルーチンを終了させる。高地走行状態でない場合には、ステップ5へ進んで、ソレノイド4にON制御信号が出力される運転条件であるか否かを判別する。そして、ソレノイド4にON制御信号が出力される条件のときには、ステップ6へ進み、前記偏差DLTQと所定値Aとを比較する。

【0027】ここで、前記予測空気量QHφは、ソレノイド4がOFFで吸気バルブの閉時期が遅くオーバーラップ量の小さいバルブタイミングに適合されて予測されたものであるから、実際にソレノイド4のON制御に対応して、吸気バルブの閉時期が早くオーバーラップ量の大きなバルブタイミングに切り換えられているときには、吸入効率の増大によって、前記予測空気量QHφよりも多い空気量が得られるはずであり、正常動作時には、前

## 6

記偏差DLTQは所定値Aよりも大きいと判別される。

【0028】一方、ソレノイド4にON制御信号を出力しているにも関わらず、実際には、ソレノイド4のOFF制御状態に対応するバルブタイミングのままになっているような故障が生じた場合には、バルブタイミングの切り換えに応じて吸入効率の向上効果が得られないから、前記偏差DLTQは所定値Aよりも小さくなる。従って、前記ステップ6で前記偏差DLTQが所定値Aよりも小さいと判別された場合には、少なくともバルブタイミングがON制御に見合ったタイミングになっていないと推定でき、この場合には、ステップ8へ進んで、可変バルブタイミング制御システムの故障を判定する。

【0029】また、ステップ5でソレノイド4にOFF制御信号が出力される状態であると判別されたときには、ステップ7へ進み、前記偏差DLTQが所定値B（＜所定値A）以上であるか否かを判別する。ソレノイド4にOFF制御信号が出力されている状態は、スロットル弁開度TVOと機関回転速度Neとに基づいて空気量QHφを予測するときの条件と同じバルブタイミングになっているはずであるから、正常であれば、予測空気量QHφと実測量QAとの偏差DLTQは、誤差範囲内の僅かな量となるはずである。しかしながら、OFF制御信号に対応してバルブタイミングが切り換わらずに、ON制御状態に対応するバルブタイミングになっている場合には、予測量QHφを越える空気量が実測され、前記偏差DLTQは所定値Bを越える値を示すことになる。

【0030】従って、ステップ7では、前記偏差DLTQが所定値Bを越える場合には、何らかの故障が発生しているものと推定し、ステップ8へ進んで、システム故障を判定する。このように、本実施例では、可変バルブタイミング制御装置の故障を、バルブタイミングの切り換え状態に見合った空気量が得られているか否かによって診断する構成であるから、制御信号の伝達系の電氣的故障のみならず、可変機構の機械的な故障も診断することができ、信頼性の高い診断結果を提供できることになる。

【0031】尚、上記実施例では、スロットル弁開度TVOと機関回転速度Neとに基づいて空気量を予測演算するときに、一定のバルブタイミングを前提とし、予測空気量と実測量との偏差を判定するに当たってそのときの制御信号を考慮するようにしたが、そのときの制御信号のON・OFFに応じてスロットル弁開度TVOと機関回転速度Neとから異なる予測空気量QHφを演算させ、かかる予測空気量QHφと実測量QAとの偏差が所定範囲内であることを正常判定条件としても良い。

【0032】また、上記実施例では、作動角一定のまま吸気バルブの開閉時期を可変としたが、開閉時期と共に作動角（リフト量）を変化させる構成の可変バルブタイミング制御装置であっても良く、また、作動角一定のま

7

まバルブタイミングを変える場合であっても、上記の可変機構に限定されるものではないことは明らかである。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように本発明によると、制御ユニットから出力される制御信号に基づいて内燃機関のバルブタイミングを可変制御する可変バルブタイミング制御装置において、運転条件から予測演算される空気量と実測量との偏差を、そのときの制御信号に応じて判別することで、実際にバルブタイミングが制御信号に応じて切り換えられているか否かを診断するようにしたの

で、制御信号出力系の電気的な故障の他、バルブタイミング制御機構の機械的な故障についても診断することができ、信頼性の高い診断結果を提供できるようになるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本構成を示すブロック図。

【図2】本発明の一実施例を示すシステム概略図。

【図3】制御信号のオン状態における油圧制御の状態を示す図。

\*

8

\*【図4】制御信号のオフ状態における油圧制御の状態を示す図。

【図5】制御信号による吸気バルブの開閉時期の変化を示す図。

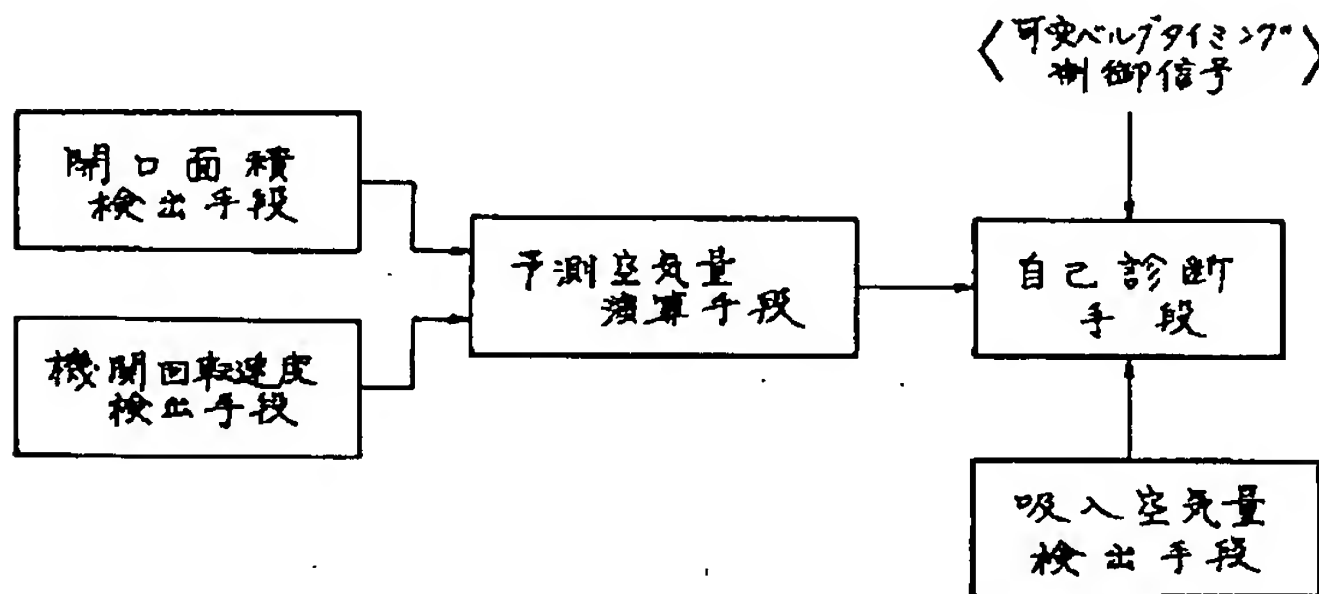
【図6】制御信号のオン・オフ制御領域を示す線図。

【図7】実施例の自己診断制御を示すフローチャート。

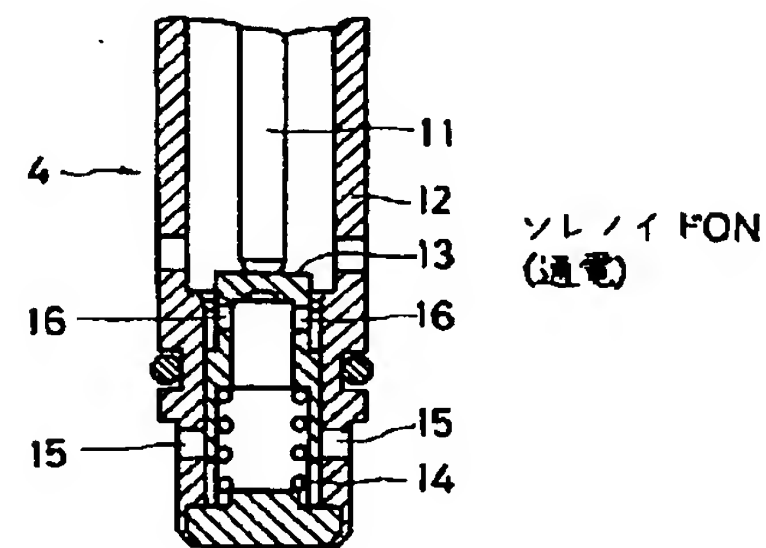
【符号の説明】

- |       |                       |
|-------|-----------------------|
| 1     | カムプロケット               |
| 2     | カムシャフト                |
| 3     | バルブタイミング可変機構          |
| 4     | 可変バルブタイミングコントロールソレノイド |
| 5     | 制御ユニット                |
| 8     | クランク角センサ              |
| 9     | エアフローメータ              |
| 10    | スロットルセンサ              |
| 18~20 | 作動油通路                 |
| 21    | プランジャー                |
| 22    | ヘリカルギヤ                |
| 23    | リターンスプリング             |

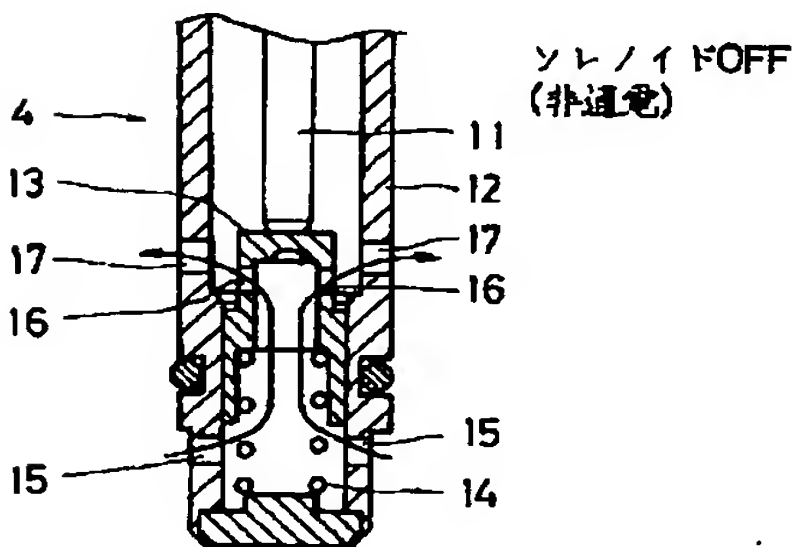
【図1】



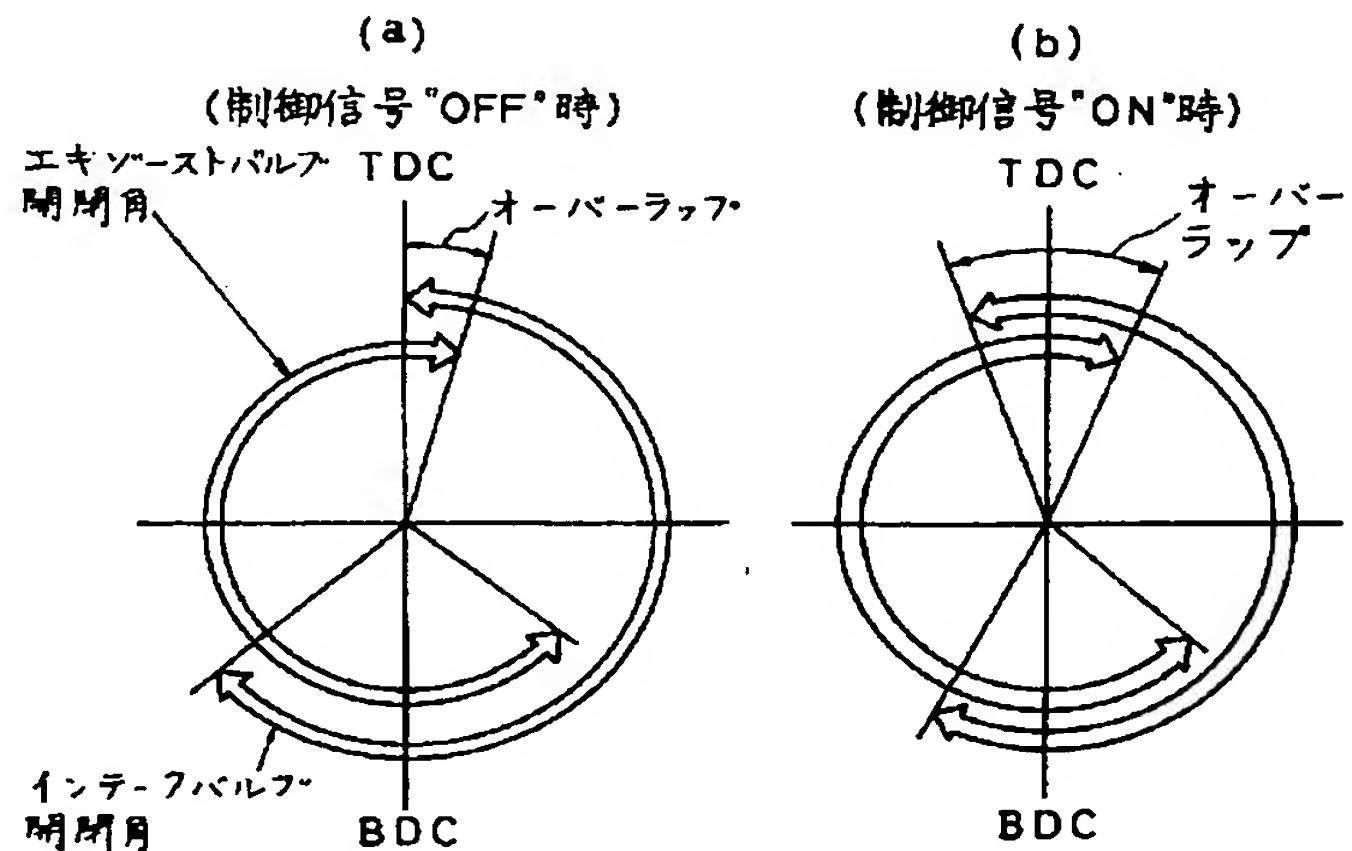
【図3】



【図4】

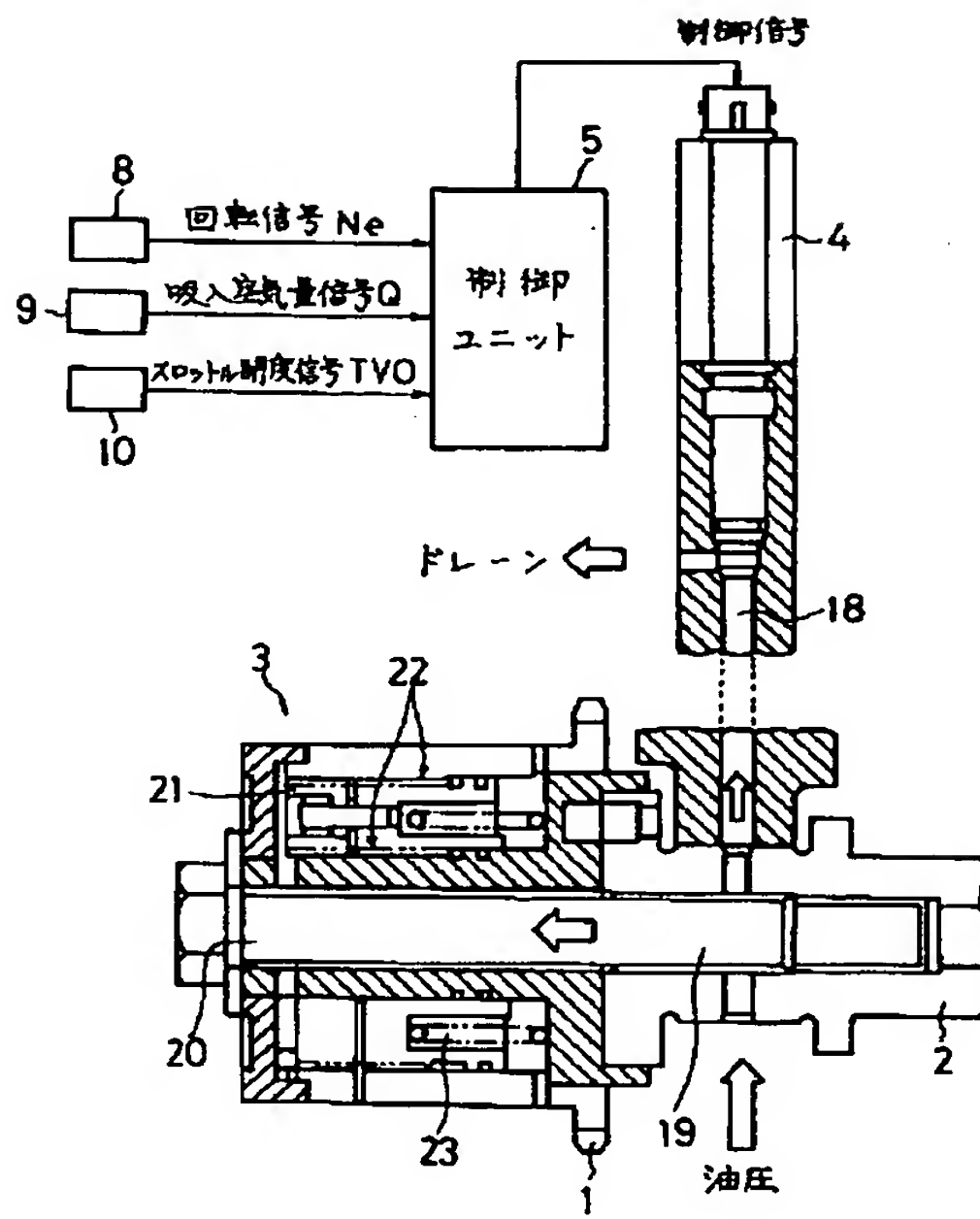


【図5】

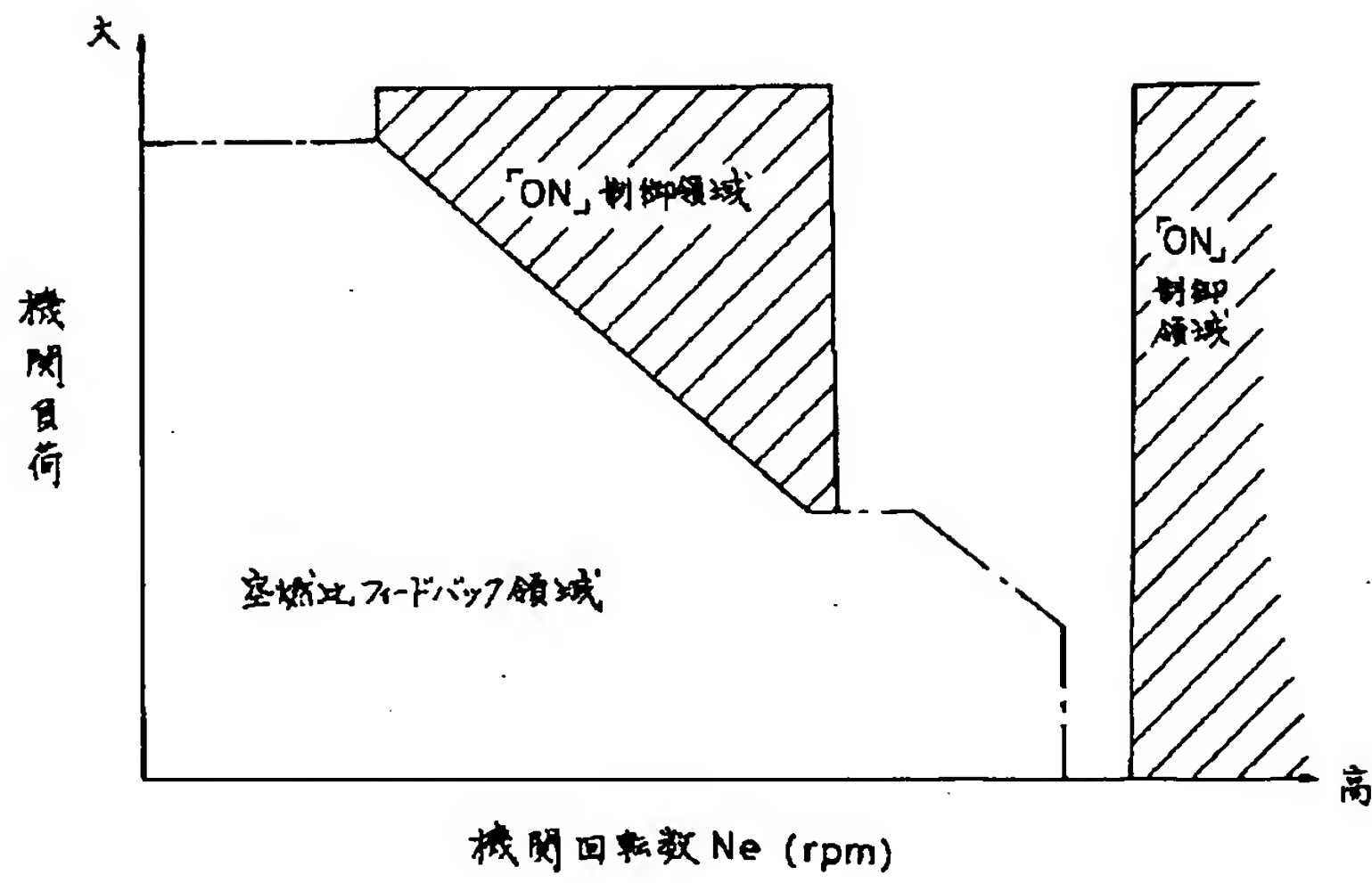




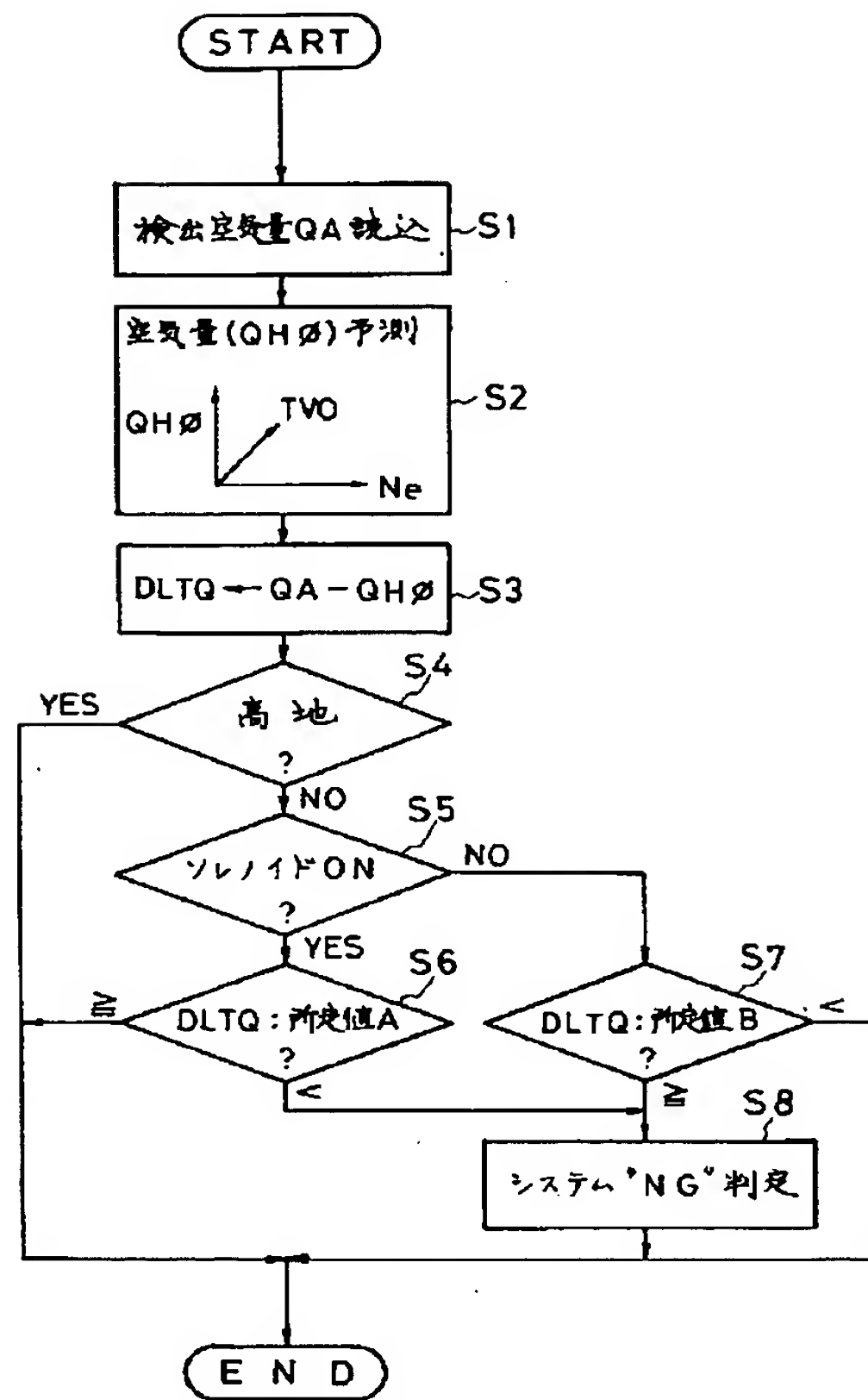
【図2】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5  
G 0 1 M 15/00

識別記号 庁内整理番号  
Z 7324-2G

F I

技術表示箇所